



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Industrial 4.0



DEVAIR DA SILVA MENEZES

MARCOS AURÉLIO RES

VAGNER DA ROSA

WAGNER NAZARI

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID PARA
OTIMIZAÇÃO DE INVENTÁRIO E GESTÃO DE ESTOQUE**

**CURITIBA
2020**

DEVAIR DA SILVA MENEZES

MARCOS AURÉLIO RES

VAGNER DA ROSA

WAGNER NAZARI

**PROPOSTA DE APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID PARA
OTIMIZAÇÃO DE INVENTÁRIO E GESTÃO DE ESTOQUE**

Dissertação apresentada como resultado à obtenção do grau em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós graduação em Engenharia Industrial 4.0 Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Pablo Deivid Valle

**CURITIBA
2020**

RESUMO

Neste trabalho avalia-se a viabilidade de implementação da tecnologia RFID (*Radio Frequency Identification*) em formato de POC (*“Proof of Concept”*) com o objetivo de otimizar a gestão de estoques e o processo de inventário de uma empresa de médio porte que devido à legislação vigente do PCI (*Payment Card Industry*) possui a necessidade de realizar um inventário 100% mensalmente. Neste estudo verifica-se os principais equipamentos RFID e suas características, além do estudo com 2 fornecedores de mercado sobre o processo de integração com sistemas ERP e o como os softwares *middlewares* ajudam nesse processo, ao fim do estudo identifica-se uma série de benefícios para a empresa que vão desde a melhor identificação e alocação dos itens no estoque, ganhos na acuracidade, porém os mais significativos foram a possível redução no tempo de inventário que poderá atingir a ordem de 90% e a redução na alocação da mão de obra no processo de inventário que também poderá atingir uma redução de 80%, além é claro de proporcionar a equipe a oportunidade de conhecer e trabalhar com uma nova tecnologia e que podem, à médio prazo, abrir novas oportunidades de melhoria nos processos internos da empresa.

Após a identificação de todos esses benefícios, conclui-se de que apesar de haver um custo para implementação do POC e a introdução do RFID na organização, os mesmos são irrelevantes visto à grande oportunidade de otimização da gestão do estoque e do processo de inventário, além de poder tornar a empresa cada vez mais competitiva no mercado de atuação.

Palavras-chave: RFID, Tecnologia, Inventário, Otimização, POC (*“Proof of Concept”*).

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Requisito de inventário mensal do PCI 2016	8
Figura 2 - Funcionamento do sistema RFID.	10
Figura 3 - Estrutura de uma etiqueta RFID.	12
Figura 4 - Exemplos de etiquetas RFID.	13
Figura 5 - Exemplos de Impressoras RFID.	14
Figura 6 - Exemplos de Leitores RFID Fixo.	15
Figura 7 - Exemplos de Leitores RFID Móvel.	16
Figura 8 - Fluxograma das principais etapas do trabalho.	20
Figura 9 - Fluxograma das principais etapas da gestão do estoque.	21
Figura 10 - Diagrama do processo de inventário.	22
Figura 11 – Exemplo de estoque utilizando RFID.	25
Figura 12 - Exemplo da atual identificação.	26
Figura 13 - Fluxo Macro Alocação e Endereçamento.	27
Figura 14 - Fluxo Macro Inventário.	28
Figura 15 – Fluxo de Vínculo da Informação do Lote com a TAG RFID.	32
Figura 16 – Fluxo Processo de Gravação Etiqueta RFID e Identificação do Lote.	32
Figura 17 - Fluxo de entrada do lote de produção no Cofre.	33
Figura 18 - Processo de endereçamento lógico no sistema <i>Middleware</i>	34
Figura 19 – Processo de Inventário.	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparativo RFID x Código de barras.....	17
Tabela 2 - Relação recursos por tipo de inventário.	22
Tabela 3 - Relação recursos necessários e custos.	29
Tabela 4 – Custo total por tipo de recurso e fornecedor.....	30
Tabela 5 – Custo total mensal com consumíveis e suporte	30
Tabela 6 - Plano de Treinamento Macro.....	36
Tabela 7 - Resultados.....	42

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	7
1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA.....	7
1.3 JUSTIFICATIVA.....	8
1.4 HIPÓTESE	8
1.5 OBJETIVO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
2.1 FUNCIONAMENTO DO RFID	10
2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TECNOLOGIA RFID	16
2.3 RFID NA GESTÃO DOS ESTOQUES	18
2.4 POC (PROOF OF CONCEPT)	18
3 METODOLOGIA.....	20
3.1 PROJETO PRELIMINAR.....	20
3.1.1 Estudo do atual processo de gestão de estoque e de inventário	21
3.1.2 Restrições técnicas para implementação da gestão por RFID.....	23
3.1.3 Estudo do uso do RFID para inventário e gestão de estoques	23
3.2 PROJETO INTERMEDIÁRIO	25
3.2.1 Proposta de Implementação do RFID via POC.....	25
3.2.1.1 <i>Proposta para Identificação e alocação e endereçamento.....</i>	<i>26</i>
3.2.1.2 <i>Proposta para Realização do Inventário.....</i>	<i>27</i>
3.2.2 Levantamento de recursos e investimentos	28
3.3 DETALHAMENTO PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO	30
3.3.1 Validação do local de estoque a ser utilizado no POC	31
3.3.2 Mapeamento do processo futuro.....	31
3.3.3 Proposta de treinamento da equipe	35
3.3.4 Proposta de monitoramento do processo.....	37
3.3.4.1 <i>Monitoramento de Hardware</i>	<i>37</i>
3.3.4.2 <i>Monitoramento de Software e Integrações</i>	<i>37</i>
3.3.4.3 <i>Monitoramento de Estoque e Inventário</i>	<i>38</i>
3.4 DETALHAMENTO BENEFÍCIOS E RISCOS DO PROJETO.....	38
3.4.1 Benefícios e riscos para a gestão de estoque.....	38
3.4.2 Benefícios e riscos para o processo de inventário e abastecimento.	40

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4.1 RESULTADOS ESPERADOS PARA A GESTÃO DE ESTOQUE	42
4.2 RESULTADOS ESPERADOS PARA O PROCESSO DE INVENTÁRIO.....	43
5 CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

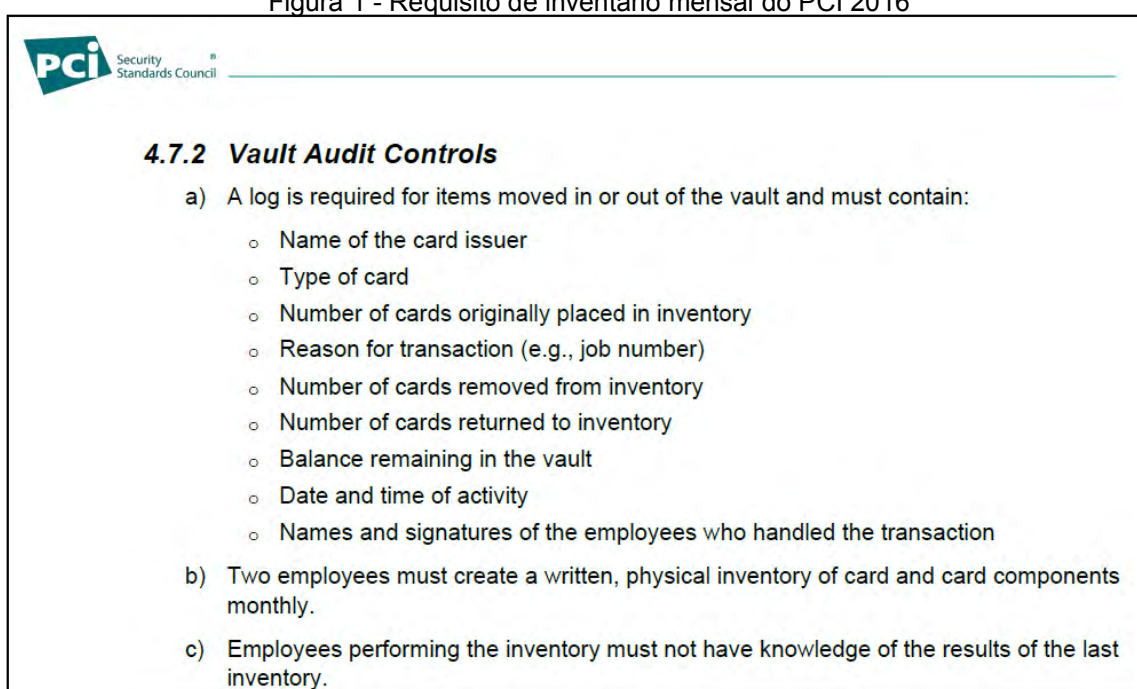
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Não é de hoje que a gestão de estoques é um desafio para empresas que possuem grandes volumes de peças ou produtos acabados armazenados, a constante busca por otimizações, ganhos de produtividade e redução de custos levaram as organizações a olharem com mais atenção para os seus almoxarifados nas últimas décadas, com isso, uma série de metodologias foram criadas para ajudar na busca de um melhor controle, entre elas, podemos destacar o Inventário que é uma ferramenta crucial no controle e na avaliação da gestão de estoques como um todo e que auxilia na redução de custos e perdas de materiais, acompanhamento de itens obsoletos, entre outras vantagens logísticas e financeiras.

1.2 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

Realizar um inventário, dependendo do tamanho do estoque em questão, pode se tornar algo complexo, trabalhoso e que exige a alocação de muitos recursos como colaboradores, equipamentos e horas de trabalho que podem de certa forma impactar a organização e as suas demais atividades diárias. A empresa que foi avaliada durante este trabalho possui um agravante no que diz respeito ao inventário. Por atuar no mercado de fabricação de cartões de pagamento, a empresa precisa adotar como normas alguns padrões de controle que são aplicados pelo PCI (*Payment Card Industry*) e de acordo com a última revisão do *Physical Security Requirements V2.0* de dezembro de 2016 item 4.7.2 conforme apresentado na Figura 1, as empresas que atuam neste mercado precisam realizar um inventário total do seu estoque mensalmente.

Figura 1 - Requisito de inventário mensal do PCI 2016



FONTE: PCI SECURITY STANDARDS COUNCIL V2.0 2016

1.3 JUSTIFICATIVA

Com um estoque total de mais de 2.078 SKUs entre matéria prima e itens acabados, a empresa em questão precisa alocar diversos recursos para atender as normas do PCI, sendo assim, a empresa precisar disponibilizar mensalmente colaboradores de diversas áreas como Logística, Controladoria, Produção e Planejamento para realização do inventário, isso acaba impactando nas demais atividades dessas equipes e impacta no custo de realização de inventário pois o mesmo é realizado de forma manual e pode levar até 12 horas para ser realizado, além disso a empresa precisa interromper o abastecimento da produção durante o período de inventário, o que de certa forma acaba impactando a fabricação e consequentemente os resultados da fábrica.

1.4 HIPÓTESE

Nos últimos anos o emprego de diversas ferramentas e tecnologias vem ajudando a tornar o inventário cada vez mais rápido e eficiente, entre elas podemos citar o uso de RFID (*Radio Frequency Identification*) que vem se mostrando a mais eficiente e flexível opção existente no mercado para este tipo de aplicação, logo a hipótese em questão neste trabalho é de que com o uso dessa tecnologia seria possível automatizar a realização do

inventário utilizando-se de etiquetas e leitores RFID para gestão do estoque e consequentemente a contagem do mesmo eliminando assim a necessidade de alocação de diversas equipes e impactos na organização.

1.5 OBJETIVO

Neste trabalho avalia-se a viabilidade de implementação da tecnologia RFID em formato de POC (“Proof of Concept”) com o objetivo de otimizar o inventário de uma parte do estoque de uma empresa de médio porte que possui uma necessidade de inventário mensal devido à legislação vigente que se aplica ao seu atual mercado de atuação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

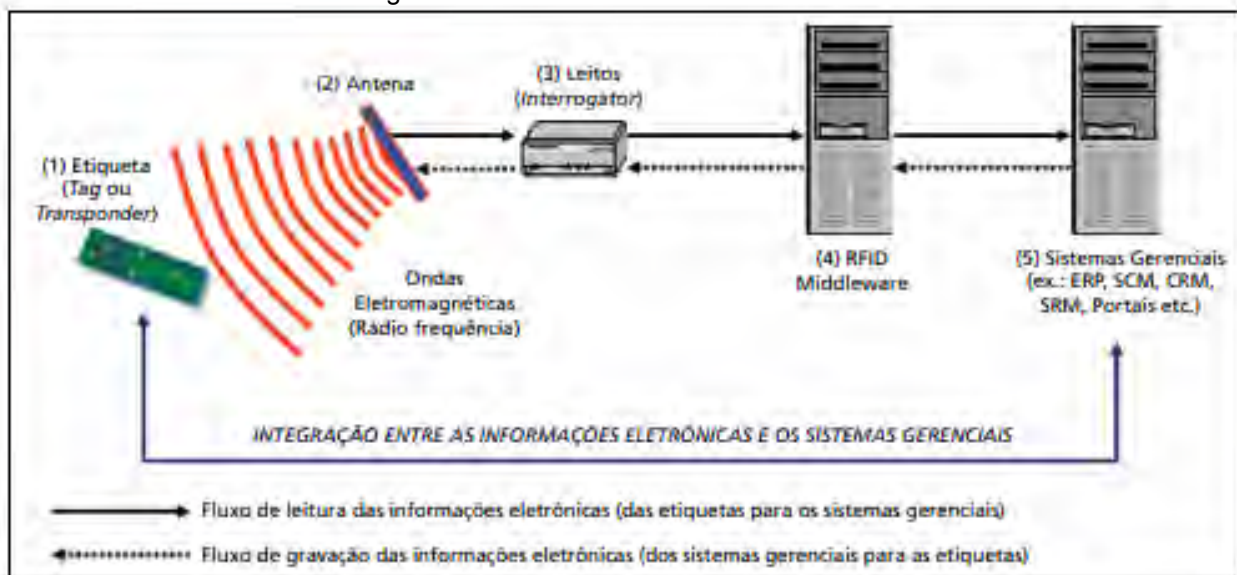
Neste capítulo serão abordadas as tecnologias utilizadas no estudo e desenvolvimento deste projeto, bem como o que se tem disponível em tecnologia e metodologia para solução do problema proposto no presente trabalho.

2.1 FUNCIONAMENTO DO RFID

A tecnologia RFID é baseada no uso de ondas eletromagnéticas de radiofrequência para comunicar dados de identificação de algum elemento tais como: produtos, componentes, caixas, pallets, containers, veículos, pessoas, ativos, máquinas e serviços. (GLOVER e BHATT 2006); (LAHIRI 2005); (KLEIST et al. 2005); (JONES et al. 2006); citados por (PEDROSO; ZWICKER E SOUZA 2009).

As etiquetas RFID podem conter várias informações sobre o item em que estão inseridas, como temperatura, pressão, além das informações de localização, ao ser inserida nos itens como pode ser visto na Figura 2.

Figura 2 - Funcionamento do sistema RFID.



FONTE: Pedroso; Zwicker e Souza (2009)

As informações contidas nas etiquetas(1) são lidas por um conjunto de sensores (antenas (2) e leitores (3)) por meio de radiofrequência, estas antenas e sensores são distribuídos em várias posições na cadeia de suprimentos, as informações coletadas por eles são gerenciadas por um conjunto de sistemas conhecidos como RFID middleware(4)

que gerencia o fluxo de informações fornecidas pelos diferentes componentes de hardware de RFID (antenas, leitores, sensores, impressoras de RFID) e realiza a integração destas informações com os sistemas gerenciais da empresa. (PEDROSO; ZWICKER E SOUZA 2009).

Buscando adaptar a tecnologia em diferentes situações e ambientes, existem dois principais tipos de sistemas: Sistemas ativos e sistemas Passivos.

Nos Sistemas Ativos as etiquetas possuem fonte própria de energia, isso lhes permite enviar sinais a maiores distâncias que costumam ter alcance entre 20m e 100m, possibilitando o uso de leitores menos potentes. Estas etiquetas costumam ser empregadas em cargas e pacotes grandes e em geral transmitem nas frequências 455 MHz, 2.45 GHz, OU 5.8 GHz. As etiquetas também podem enviar informações sobre o estado do objeto quando são perguntadas, isso é possível quando há a instalação de sensores ligados a si, porém com isso elas se tornam maiores e mais caras, dividindo-se em mais dois tipos: Transponders e Beacons. A etiqueta do tipo Transponder envia sinais somente quando recebe sinal de um leitor, ou seja, somente quando está em uma área de leitura, o que a torna mais econômica, já no sistema Beacons, a etiqueta é programada para enviar sinais periodicamente ou em circunstâncias especiais, são muito usadas em sistemas para monitoramento de posição em tempo real ou para alertar mudanças no ambiente em que está inserida. (Fernando Valladares Monteiro; Gabriel Felipe da Cruz Pacheco; Lucas Carvalho de Lima 2010).

No caso do Sistemas Passivos, as etiquetas utilizam a energia do sinal emitido pelo leitor para enviar sua informação, são menores, muito mais baratas, não necessitam de manutenção, porém seu sinal tem menor alcance. Suas características dependem da frequência em que trabalham, e podem ser subdividas em etiquetas de Baixa Frequência e Alta Frequência.

No Sistema Passivo de Baixa frequência é utilizam frequências de 124 kHz até 135 kHz. Em função do seu comprimento de onda, conseguem penetrar paredes não metálicas, o seu uso ideal é quando a etiqueta fica dentro de uma caixa ou perto de água. Para utilizar a energia enviada pelo leitor, as etiquetas utilizam o *Inductive Coupling*, onde o leitor gera um campo magnético através de uma bobina, a passagem deste campo magnético pela bobina da etiqueta induz uma corrente, essa corrente passa pelo circuito da etiqueta fazendo com que ele altere a carga elétrica sobre sua própria bobina o que gera uma

mudança no campo magnético, mudança esta que é sentida e interpretada pelo leitor. O campo de leitura deste sistema é limitado à aproximadamente 30cm pois para que haja este campo magnético as bobinas necessitam estar relativamente próximas.

Em Sistemas Passivos de Alta frequência o sinal é emitido na faixa de 13.56 MHz. Em função da diminuição do comprimento de onda, os sinais são mais facilmente refletidos por superfícies em vez de atravessá-las. Assim como as etiquetas de baixa frequência, também funcionam graças ao *Inductive Coupling*, porém tem o alcance um pouco maior podendo chegar a até um metro.

Frequência ultra alta (UHF): Utilizam frequências de 860 MHz até 960 MHz, porém também há sistemas que utilizam frequências na faixa de giga-hertz. Não funcionam bem perto de metais e água pois seus sinais são refletidos ou absorvidos. Sua principal característica é funcionar através do *Propagation Coupling*, onde o leitor envia energia eletromagnética na forma de ondas de rádio, após a absorção desta energia pela etiqueta, um circuito utiliza esta energia reunida para alterar a carga elétrica sobre a antena da etiqueta refletindo um sinal alterado e este sinal é interpretado pelo leitor. Esta técnica chama-se: *Backscatter*. Essa alteração pode ser feita por modulação de amplitude, fase ou frequência, em função disso este sistema consegue alcance superior à 3 metros. (Fernando Valladares Monteiro; Gabriel Felipe da Cruz Pacheco; Lucas Carvalho de Lima 2010).

Apesar da existência de vários modelos de etiqueta RFID, principalmente no que diz respeito ao tamanho, todas elas seguem a mesma estrutura que podemos observar na Figura 3.

Figura 3 - Estrutura de uma etiqueta RFID.



FONTE: <https://rfidmoura.com.br/etiquetas>

A estrutura é formada por camadas que pode variar entre 4 a 6 camadas. A primeira camada formada por um adesivo para ajudar na fixação da etiqueta, logo após temos a camada de substrato que suporta a próxima camada onde fica a antena que emite o sinal de rádio frequência com base nas informações contidas no microchip, na sequência temos mais uma camada de substrato que ajuda a proteger os itens anteriores e para alguns tipos de etiqueta RFID temos mais uma camada de encapsulamento que dá uma proteção extra à etiqueta. Na Figura 4 pode ser visto alguns exemplos de etiquetas utilizadas para soluções variadas no mercado atual. (Construction of RFID Tags - RFID chip and antenna. RFID4U. n.d. Retrieved 2020).

Figura 4 - Exemplos de etiquetas RFID.



FONTE: www.atlasrfidstore.com

Assim como os códigos de barra, as etiquetas de RFID também são impressas, entretanto, é utilizado Impressoras próprias para a impressão da Etiqueta RFID

A impressora é o equipamento utilizado para impressão dos dados visuais nas etiquetas além da gravação da TAG com os dados que serão transmitidos para os leitores móveis ou fixos, tanto a impressão quanto a gravação são realizados simultaneamente e com uma velocidade super rápida o que não gera nenhum impacto de espera nas operações. As impressoras podem ser encontradas em modelos fixos e móveis e alguns até portáteis, que podem ser levadas pelos colaboradores durante suas atividades diárias, alguns modelos são de uso industriais e que oferecem mais robustez confiabilidade e segurança nas informações, porém também encontramos modelos mais simples que podem ser utilizadas por pequenas empresas.

Basicamente as características que diferenciam as modelos atuais no mercado são as dimensões do equipamento, a área de impressão dos dados visuais, a resolução e

velocidade de impressão, o protocolo RFID que é aplicado aos equipamentos além é claro da frequência operacional que faz toda a diferença no momento da gravação das TAGs, sendo assim a escolha da impressora é um fator decisivo no projeto de implementação de RFID. (Santini 2008; REI, 2010) citado por Daniel Prediger; Edison Pignaton de Freitas; Sidnei Renato Silveira, 2018.

Na Figura 5 pode ser visto alguns exemplos de modelos de impressoras RFID que são encontradas no mercado.

Figura 5 - Exemplos de Impressoras RFID.



FONTE: <https://www.zebra.com/br/pt/products/rfid/rfid-printers.html>

Outro elemento fundamental para o funcionamento do Sistema RFID que é apresentado na Figura 2 é o Leitor de Etiquetas RFID. Os leitores RFID são divididos em dois grupos devido ao modo que são utilizados. São eles os Leitores RFID Fixos e Leitores RFID Móveis.

Os Leitores Fixos podem ser utilizados tanto para criação de portais de registro e controle de movimentação de estoque, assim como para comunicação com sistemas integrados com o ERP ou qualquer outra aplicação que se queira utilizar para captação das informações emitidas pelas etiquetas, a grande vantagem desse equipamento em relação ao leitor móvel é que a área de cobertura do mesmo é bem maior e com isso não há a necessidade de movimentação operacional, com este tipo de equipamento seria possível criar uma rede onde todo o estoque estaria sendo monitorado e atualizado de forma online, porém neste caso seria necessário um investimento significativo pois o leitor fixo, diferente da etiqueta, possui um valor considerável, o que acaba sendo um dos pontos negativos desse equipamento em relação ao leitor portátil. Na Figura 6 pode ser visto alguns exemplos

de leitores fixos que podem variar de acordo com a sua aplicação, número de antenas, tipo de conexão e pelo fabricante.

Figura 6 - Exemplos de Leitores RFID Fixo.



FONTE: <https://rfidmoura.com.br/leitores>

Os leitores de RFID móveis têm como principal função facilitar a contagem dos itens em estoque sem a necessidade de mover os mesmos fisicamente, alguns modelos possuem memória para registro de movimentação que podem ser descarregados nos sistema central de gestão de estoque, uma outra grande vantagem que este tipo de equipamento oferece é que alguns modelos podem regravar as etiquetas no momento de uma transação de estoque, sendo assim o colaborador que está executando a atividade não precisa registrar imediatamente a transação no sistema e ainda assim é possível garantir a acuracidade da informação gravada na TAG individual do produto.

Os leitores móveis podem variar de acordo com tipo de conexão que pode ser WIFI ou Bluetooth, pelo alcance de leitura e gravação das TAGs, opções e modelos de antenas e frequência além é claro dos diversos fabricantes que atuam nesse mercado, alguns modelos cotem um sistema embarcado já outros podem ser utilizados junto à dispositivos com sistema Android por exemplo Smartphones. Na Figura 7 é apresentado alguns exemplos de Leitores Móveis. (How Does RFID Technology Work?". MakeUseOf. Retrieved 2019).

Figura 7 - Exemplos de Leitores RFID Móvel.

FONTE: <https://rfidmoura.com.br/leitores>

2.2 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA TECNOLOGIA RFID

Vantagens: A flexibilidade dos sistemas RFID proporcionam competitividade no processo logístico, quando comparado com outros sistemas de armazenamento, o RFID ganha em confiabilidade visto que possuem facilidade de leitura onde as Tags não precisam estar acessíveis, a captura de dados é realizada de forma automática reduzindo as falhas humanas no processo. Dentre os benefícios do uso da tecnologia RFID estão em destaque: eliminação de erros de escrita e leitura de dados; coleta de dados de forma mais rápida e automática; redução do processamento de dados; maior segurança na operação; realizar a leitura sem contato da etiqueta com leitores; múltiplas Tags podem ser lidas simultaneamente; com as informações em tempo real é possível ter controle mais eficaz diminuindo os estoques; ganho de agilidade no abastecimento; inventariar grandes quantidades com precisão e integridade da informação; reduz perdas por manuseio inadequado e furtos; redução do tempo de inventário e expedição otimizada para atendimento aos clientes. (DRESH; EFROM e GRUMOVSKI (2008)); citados por Charlene Bitencourt Soster Luz, Fernanda Rocha de Aguiar e Roberto Amaral Schinoff (2019).

Desvantagens: A tecnologia RFID apresenta alguns pontos que devem ser considerados antes de sua aquisição, um dos principais obstáculos para sua aquisição é o alto custo de implementação, atualmente uma etiqueta inteligente custa nos EUA cerca de 25 centavos de dólar, na compra de um milhão de chips. No Brasil, segundo a Associação Brasileira de Automação, este custo sobe de 80 centavos até 1 dólar a unidade. O preço final dos produtos sofre aumentos, pois além do microchip a tecnologia necessita de antenas, leitores, ferramentas de filtragem de informações e sistemas de comunicação. Materiais condutivos ou metálicos podem afetar o alcance de transmissão das antenas; a padronização das frequências para que os produtos possam ser lidos de maneira uniforme por toda a indústria; a invasão da privacidade dos consumidores devido a monitoração das etiquetas nos produtos; outro ponto de atenção é o *Reader Collision* (colisão de leitores) que ocorre quando dois ou mais leitores se sobrepõem e o Tag é incapaz de responder a dois leitores simultaneamente. Para que isso não aconteça é necessário ajustar os sistemas com cuidado; e o *Tag Collision* (colisão de tags) que ocorre quando muitos Tags estão muito próximos. Na Tabela 1 é visto um comparativo de vantagens e desvantagens entre a RFID e Código de Barras.

Tabela 1 - Comparativo RFID x Código de barras.

Características	RFID	Código de Barras
Resistência Mecânica	Alta	Baixa
Formatos	Variados	Etiquetas
Exige Contato Visual	Não	Sim
Vida Útil	Alta	Baixa
Possibilidade de Escrita	Sim	Não
Leitura Simultânea	Sim	Não
Dados Armazenados	Alta	Baixa
Funções Adicionais	Sim	Não
Segurança	Alta	Baixa
Custo Inicial	Alto	Baixo
Custo de Manutenção	Baixo	Alto
Reutilização	Sim	Não

Fonte: GTA UFRJ (2020)

2.3 RFID NA GESTÃO DOS ESTOQUES

Charlene Bitencourt Soster Luz, Fernanda Rocha de Aguiar e Roberto Amaral Schinoff (2019) afirmam que a gestão da armazenagem é um fator crítico para o sucesso de um processo logístico, ao armazenar produtos é fundamental ter controle efetivo de todas as informações referentes aos mesmos, estas informações são cruciais para a tomada de decisão e geram oportunidades de redução de custos operacionais tornando o processo logístico mais eficaz e ágil. Os fluxos de informação do estoque precisam de acuracidade, principalmente em relação às entradas e saídas. Uma das tecnologias mais recentes utilizadas no sistema de armazenagem para fornecer dados precisos dos produtos é a identificação por rádio frequência RFID.

A correta informação nos registros dos estoques desde sua entrada, movimentação até sua expedição é o que garante a confiabilidade dos níveis de estoque, então se torna essencial que esses registros sejam precisos, pois a falha nestas informações ocasiona diversos impactos no processo de controle de estoques, prejudicando os sistemas de apoio como de controle de estoque, reposição automática, previsão automática de demanda, podendo gerar pedidos de reposição quando não há necessidade ou o oposto, não gerando pedidos quando deveria. (RAMAN; DEHORATIUS; TON, 2001) citados por (Eric Janderson Correa da Costa; Marcos Carneiro da Silva 2017).

2.4 POC (PROOF OF CONCEPT)

Prova de conceito é uma ferramenta utilizada em fase laboratorial e antecede qualquer produção de mercadorias e serviços. É o momento no qual são realizados experimentos visando garantir a viabilidade econômica da ideia, bem como confirmar sua utilidade e relevância ao público que se deseja. A sua origem é um tanto quanto turva pois surgiu de uma construção coletiva e gradual durante a segunda metade do século XIX.

Segundo o dicionário Oxford, o conceito teria sido utilizado pela primeira vez nas páginas do jornal diário Los Angeles Times em 1967, porém, uma pesquisa em arquivos do governo americano sugere que o termo já era utilizado de forma comum com estudos oficiais utilizando provas de conceito a partir de 1973. A utilização do conceito como conhecemos hoje, com protótipos, testes preliminares viria somente anos depois.

Bruce Carsten defendeu em sua coluna “Carsten’s Corner” que o termo POC teria sido cunhado por ele próprio, Carsten traçou a diferença fundamental entre a prova de

conceito e um protótipo, afirmando que diferente do protótipo, a POC não visa entregar uma versão inicial do produto, mas apenas testar a viabilidade de uma nova técnica ou sistema planejado. (Marcelo Petenate, 2019).

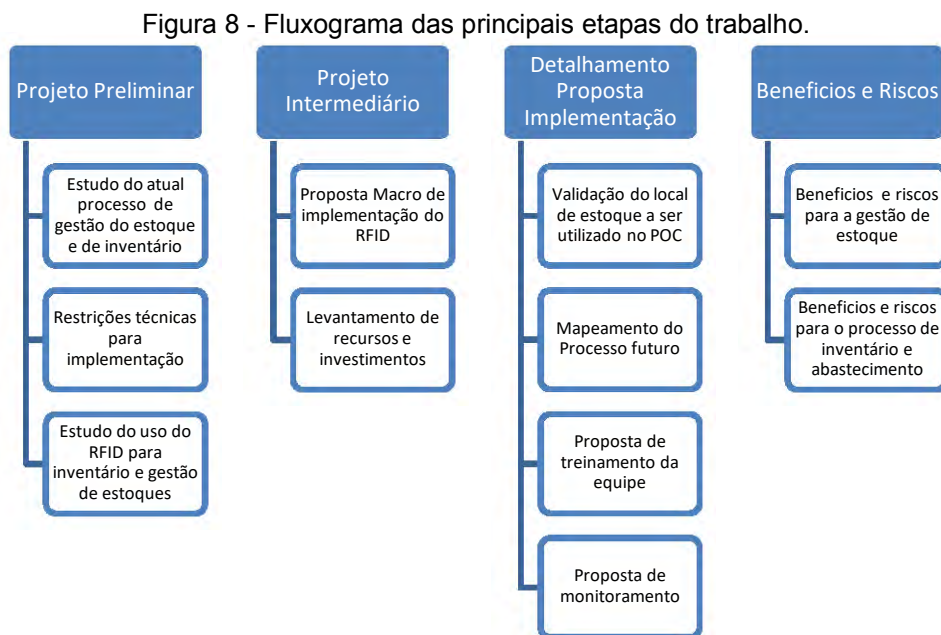
Prova de conceito ou POC (sigla do inglês, Poof of Concept) é um termo utilizado para denominar um modelo prático que possa provar o conceito (teórico) estabelecido por uma pesquisa ou artigo técnico.

Na área de TI a prova de conceito permite demonstrar na prática a metodologia, conceitos e tecnologias envolvidas na elaboração de um determinado projeto, além de tornar possível a avaliação de resultados dos testes realizados e utilizá-los para balizar as alterações que se fazem necessárias na estrutura do projeto antes de gerar uma proposta final. (José Maurício Santos Pinheiro 2010).

3 METODOLOGIA

Como o objetivo deste trabalho é avaliar a viabilidade de implementação da tecnologia RFID em formato de POC (*Proof of Concept*), o planejamento realizado na elaboração do mesmo consistiu-se em realizar alguns estudos para entender como é a atual gestão de estoque da empresa e como são realizados os processos de inventários e qual seria o impacto e os benefícios de implementação do RFID na organização para ao fim apresentar o que seria uma proposta de implementação do POC com área e escopo delimitados.

Na Figura 8 encontra-se o fluxograma que apresenta as principais etapas do trabalho desenvolvido.



FONTE: O autor (2020)

3.1 PROJETO PRELIMINAR

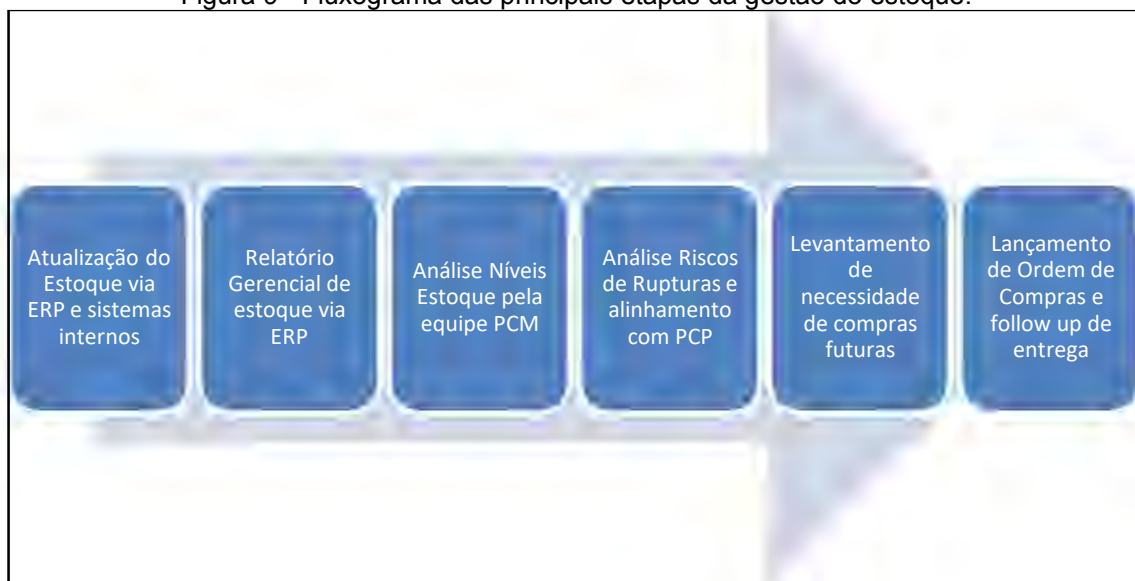
Neste tópico serão abordadas as sub-etapas do projeto preliminar que apresentam os detalhes do atual processo de gestão de estoques e de inventário que é utilizado atualmente pela empresa além de apresentar algumas restrições de implementação que são aplicadas à condição de segurança da empresa e ao final encontra-se algumas informações relevantes sobre o atual uso do RFID para a gestão de estoques em geral.

3.1.1 Estudo do atual processo de gestão de estoque e de inventário

A empresa estudada durante esse trabalho possui 2.078 itens de estoque ou também chamados de SKUs entre matéria-prima e produto acabado e semiacabado, todos eles classificados em 60 categorias diferentes e os mesmos são aplicados à 3 linhas de produtos diferentes, assim como na maioria das grandes empresas a gestão de estoques é realizada com base nos relatórios dos ERPs (Oracle & QAD) utilizados pela empresa em questão, com base em tais relatórios a equipe de PCM (Planejamento e Controle de Materiais) realiza uma análise semanal para avaliar os níveis de estoque, eventuais rupturas de estoque, custo de estoque e atualizar o planejamento de compra futuro, todas essas análises são realizadas através de planilhas em Excel de desenvolvimento próprio da empresa.

O fluxo macro dessa atividade pode ser visto na Figura 9 abaixo:

Figura 9 - Fluxograma das principais etapas da gestão do estoque.



FONTE: O autor (2020)

Em relação aos inventários da empresa, os mesmos seguem a metodologia padrão de mercado, existe uma contagem física mensal para as áreas que são exigidas pelas normas do *Payment Card Industry* (PCI), no caso da empresa em questão a área segura é o Cofre e também existe uma contagem física trimestral para as demais áreas além de um inventário anual completo que é acompanhado de auditoria externa para validação, para a realização de tais contagens são mobilizados vários colaboradores de diversas áreas com

o intuito de acelerar o processo de contagem e reduzir o impacto na operação. Abaixo na Tabela 2 é encontrado a relação entre os tipos de inventários e os recursos utilizados além das áreas envolvidas no processo.

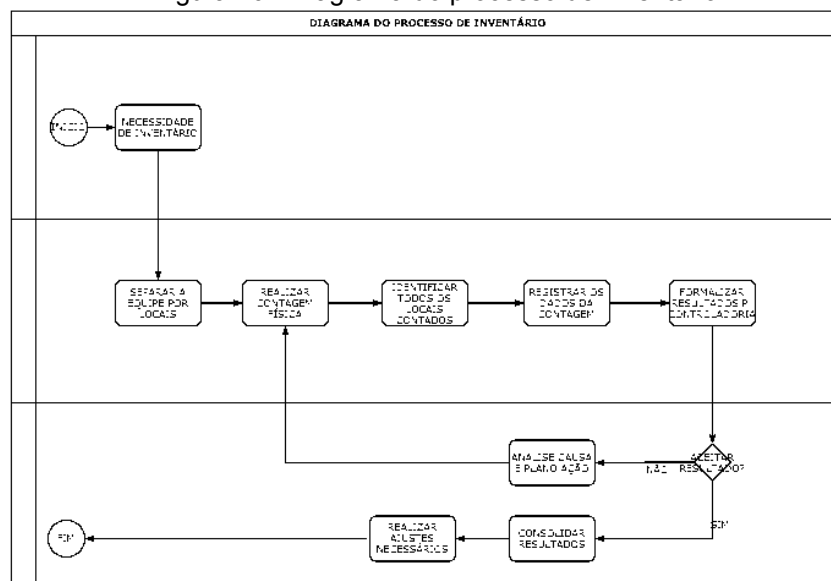
Tabela 2 - Relação recursos por tipo de inventário.

Tipo Inventário	Áreas participantes	Recursos MO	Tempo Total
Inventário Mensal - Cofre	Logística + Controladoria	10 Colaboradores	10 horas
Inventário Trimestral – Todas as áreas	Logística + Controladoria + Produção + áreas Suporte	24 Colaboradores	12~16 horas
Inventário Anual – Todas as áreas + Auditoria externa	Logística + Controladoria + Produção + áreas Suporte	30 Colaboradores	12~16 horas

FONTE: O autor (2020)

Após cada contagem física é realizada uma análise comparativa com as informações encontradas no sistema ERP. Caso seja encontrado alguma divergência é realizado uma análise secundária para encontrar a causa raiz da mesma, uma vez avaliado o cenário completo a Controladoria da empresa dá o aval ou não para o ajuste de inventário e dos dados do sistema do ERP, na Figura 10 abaixo podemos identificar o fluxo de contagem e tomada de decisão para ajuste de inventário.

Figura 10 - Diagrama do processo de inventário.



FONTE: O autor (2020)

3.1.2 Restrições técnicas para implementação da gestão por RFID

O uso do RFID, uma tecnologia que utiliza radiofrequência para acessar dados armazenados em um microchip acoplado a uma pequena antena que geralmente está vinculada à uma etiqueta, não é uma tarefa fácil. Existem alguns desafios que precisam ser vencidos, além de todo o mapeamento do processo em que se deseja implementar o RFID é preciso entender sobre as restrições ao qual esse processo está submetido e o que isso pode afetar no uso da tecnologia.

Durante o desenvolvimento deste trabalho verifica-se que a empresa por atuar no segmento de cartões bancários, possui uma série de limitações no que diz respeito à rede de dados e comunicação como por exemplo redes wifi ou bluetooth, essa restrição em si pode afetar consideravelmente a implementação do projeto uma vez que boa parte dos equipamentos utilizam-se deste tipo de comunicação, sendo assim recomenda-se uma atenção especial à escolha dos hardwares que serão eventualmente utilizados no projeto para evitar impactos na implementação, apesar de não ser um fator que inviabilize o projeto o mesmo pode gerar uma mão de obra adicional para ajustar a comunicação entre os equipamentos e os sistemas.

Também identifica-se que a empresa em questão utiliza-se de carrinhos fechados de material metálico para o transporte internos dos itens de estoque, este ponto em específico pode oferecer uma restrição fundamental ao bom funcionamento do sistema RFID uma vez que a rádio frequência não se propaga corretamente ao se deparar com objetos sólidos de metal, logo a utilização desses carrinhos por entre os portais de RFID podem gerar uma inconsistência na contagem e identificação das tags e eventualmente podem impactar o resultado final do projeto, logo sugere-se que ao implementar a tecnologia todas as movimentações sejam realizadas com a utilização de carrinhos abertos ou de materiais não metálicos.

3.1.3 Estudo do uso do RFID para inventário e gestão de estoques

O emprego da tecnologia de RFID no Gerenciamento de Estoque traz benefícios relevantes para o setor. Através da estrutura fornecida pelo sistema, inventários e estoques passam a ter mais visibilidade, melhor monitoramento, se tornam mais precisos, entre outros fatores positivos.

A tecnologia RFID oferece entrega instantânea de dados por meio de dispositivos RFID passivos e ativos. Esses dados podem então ser exibidos em painéis personalizados e exibições de mapas em diferentes tipos de dispositivos, fornecendo uma imagem consistente e precisa do inventário, em outras palavras, uma visibilidade em tempo real.

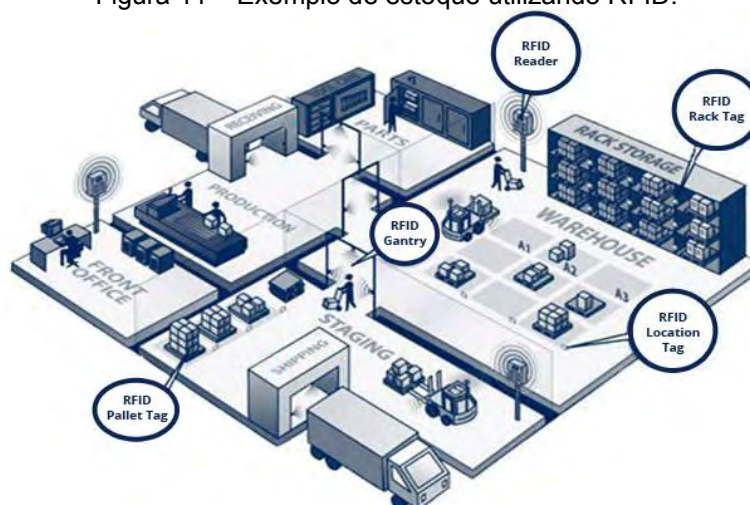
Monitoramento de eventos é outro benefício do RFID. À geração de ações e notificações em tempo real ajudam a proteger os procedimentos operacionais. Essas notificações podem ser em forma de vídeo, e-mail e/ou alertas que são acionados quando diferentes tipos de condições se apresentam com base em dados em tempo real. Uma aplicação usual por exemplo é a implementação de alertas quando um item atinge o estoque abaixo de um determinado número.

RFID também se destaca por sua precisão exata. Sistemas modernos podem rastrear e localizar itens de estoque e outros ativos para que os operadores possam identificar a localização dos itens em poucos centímetros.

Temos também, vantagens relacionadas a integração de plataforma. A identificação por rádio frequência pode ser aplicada a uma ampla gama de plataformas que incluem desktop, sistemas baseados na web e sistemas móveis de forma rápida e fácil. Os sistemas de software de rastreamento de inventário RFID podem ser integrados para trabalhar com diferentes tipos de ERP, WMS e diferentes sistemas proprietários como Oracle, MySQL, MS SQL Server, XML, FTP / SFTP e Web Services.

Além de todos os benefícios citados anteriormente, é de conhecimento da indústria a versatilidade da tecnologia. Um sistema tecnológico personalizável significa que os operadores têm controle sobre seus sistemas de gerenciamento de estoque, garantindo às necessidades exclusivas de cada empresa. As soluções podem ser escaláveis que variam de aplicativos para toda a empresa até o monitoramento de área selecionada. Veja um exemplo na Figura 11.

Figura 11 – Exemplo de estoque utilizando RFID.



Fonte: <https://www.intrasys.com.sg/RFIDSolution/SolutionOverview/RFID-Inventory-Management-Solutions>

3.2 PROJETO INTERMEDIÁRIO

Neste tópico será detalhado toda a proposta de implementação da tecnologia RFID utilizando-se da metodologia POC (Proof of Concept), assim como o levantamento de todos os recursos necessários para tal fim.

3.2.1 Proposta de Implementação do RFID via POC

A implementação de qualquer projeto precisa ser muito bem planejada, ainda mais quando estamos falando da implementação de uma nova tecnologia que envolve vários aspectos, sistemas e resultados de uma empresa, sendo assim ao longo dos anos foi elaborado para implementação de projetos de TI o conceito de POC (Proof of Concept ou Prova de Conceito) que tem se apresentado muito benéfica, principalmente por apresentar um escopo limitado e voltado à validação de uma determinada solução. Essa metodologia reduz os riscos e os custos no caso de uma eventual falha do projeto, e no caso de sucesso, traz muito mais embasamento para a implementação completa ou expansão da solução em questão. Levando em conta esses benefícios e o alto custo para a implementação de um projeto de RFID, tomamos a decisão de optar em elaborar a proposta desse estudo utilizando-se dessa metodologia, pois com isso a empresa em questão terá condições de testar o uso da tecnologia com um investimento mínimo e sem correr riscos adicionais caso não seja aprovada a implementação da tecnologia.

Atualmente a empresa avaliada neste trabalho apresenta um estoque bem organizado e identificado, já possui um sistema ERP com funções de endereçamento, e a alocação dos itens em estoque, sendo assim, a implementação da tecnologia RFID terá o objetivo de reduzir os erros no processo de alocação e movimentação dos itens no estoque e de agilizar o processo de inventário que hoje é contado 100% de forma manual. Como iremos utilizar a metodologia POC para reduzir o escopo da implementação apenas uma área específica do estoque será levando em conta na proposta deste trabalho.

3.2.1.1 Proposta para Identificação e alocação e endereçamento

No atual processo produtivo da empresa existe uma última etapa chamada de “Embalagem final”, nesta etapa os colaboradores validam e contam cada caixa, geralmente de 500un que são enviados pela linha de produção, após a validação as caixas são lacradas e identificadas com uma etiqueta padrão que permite a identificação do item do produto, descrição, lote e quantidade conforme mostra a Figura 12 sendo assim a nossa proposta consiste em substituir a atual impressora e etiqueta utilizada para identificação do produto por uma impressora e etiqueta RFID que continuariam a ter os dados visuais do produto, porém também receberiam alguns dados na TAG da etiqueta que será utilizado posteriormente na entrada do cofre.

Figura 12 - Exemplo da atual identificação.

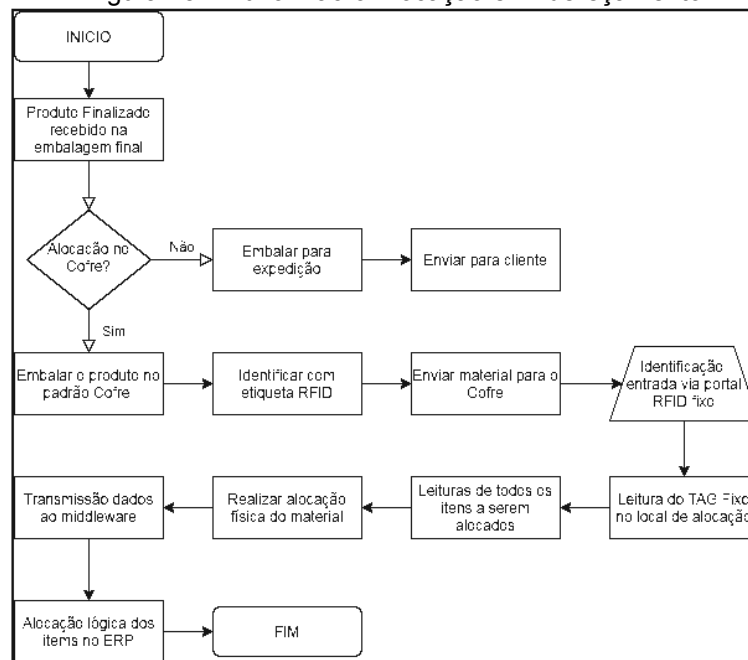


FONTE: O Autor

A proposta de implementação está baseada em apenas uma área específica do estoque, a área do cofre, onde ficam alocados 100% dos produtos acabados e semiacabados do estoque e onde temos um padrão de embalagem já definido e propício à mudança para a tecnologia RFID, seguindo essa premissa a proposta de implementação baseia-se em ajustar o atual processo de embalagem final alterando a impressora e

etiqueta atual para um modelo compatível com RFID, após a identificação completa do lote os produtos serão enviados ao cofre para alocação física e lógica, na entrada do cofre, entrada que é única, haverá um portal RFID para registrar toda a movimentação de estoque, esse portal por sua vez estará integrado à um sistema middleware que fará a integração dos dados com o ERP atual da empresa e consequentemente a alocação lógica do lote em movimentação após a alocação física do mesmo, cada local de armazenamento do cofre (ex: ACF.X01A) será identificado com uma TAG RFID fixa que irá registrar a posição em que o material será alocado, logo quando o colaborador do cofre fizer a alocação física ele irá realizar a leitura das etiquetas RFID do lote que está sendo armazenado e ao mesmo tempo irá ler a TAG fixa que identifica o local onde os materiais estão sendo alocados, com isso o sistema middleware recebe as informações, que podem ser transmitidas via WIFI ou descarregadas pelo leitor móvel diretamente no computador, e automaticamente realiza a alocação lógica no ERP, o fluxo macro desse processo pode ser visualizado na Figura 12 apresentado abaixo:

Figura 13 - Fluxo Macro Alocação e Endereçamento.

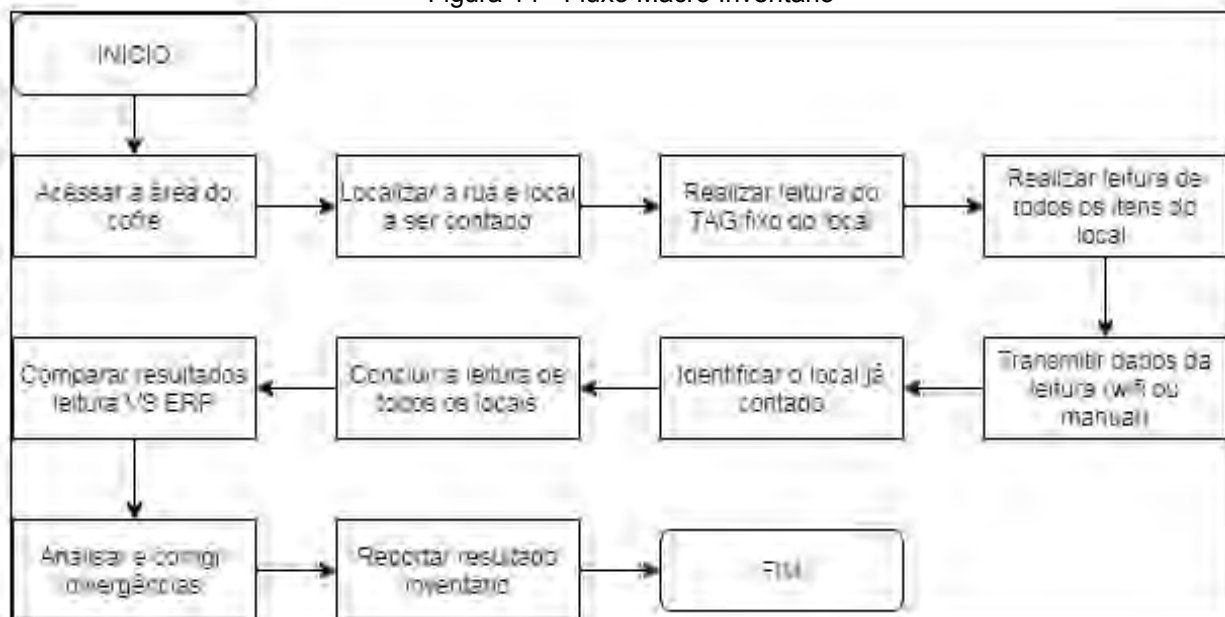


FONTE: O Autor

3.2.1.2 Proposta para Realização do Inventário

Uma vez realizado a identificação e alocação de todos os itens do estoque do cofre com a tecnologia RFID o processo de inventário poderá ser realizado utilizando-se dos leitores manuais para contagem, bastando apenas que o colaborador que estiver fazendo a mesma inicie o processo fazendo a leitura da TAG fixa do local a ser contado e na sequência realizar a leitura de todas as caixas alocadas fisicamente no local em questão, nesse momento o leitor móvel irá capturar as informações e armazenar as mesmas na sua memória interna para posterior descarregamento ou já irá transmitir as informações via WIFI para o software middleware, uma vez com os dados em mãos será realizado um comparativo com os dados presentes no ERP e apontado as principais divergências para análise da equipe responsável, estima-se que após a implementação do projeto de RFID o inventário total do cofre seja realizado e aproximadamente 1 hora e com apenas 2 colaboradores, o que seria um ganho significativo no que diz respeito ao tempo empregado nesta atividade e também na alocação dos recursos de mão de obra, o fluxo proposto para o inventário é apresentado na logo abaixo:

Figura 14 - Fluxo Macro Inventário



FONTE: O Autor

3.2.2 Levantamento de recursos e investimentos

Levando em conta a proposta de implementação apresentada no tópico anterior foi realizado um levantamento de recursos como equipamentos, desenvolvimento ou customizações de software, utilização de insumos necessários como as etiquetas RFID assim como o investimento compatível para cada um dos itens mencionados afim de avaliar-se o custo benefício do projeto em si, para tal levantamento foram pesquisados os principais equipamentos e suas características e também contactamos 2 fornecedores ativos no mercado de RFID para levantamento dos custos relacionados aos softwares middlewares, neste caso ambas empresas já possuem um sistema de desenvolvimento próprio, cujo custos de desenvolvimento em si não será aplicado no projeto, porém como cada implementação é diferente da outra existe um custo de customização e integração com o software ERP da empresa, além disso por se tratar de um software licenciado pela empresa fornecedora existe o custo da licença de uso que é um custo mensal, também é ofertado pelas empresas um serviço de suporte afim de garantir a boa manutenção dos equipamentos e sistemas utilizados no projeto. Na Tabela 3 pode-se encontrar a relação entre os tipos de recursos e os custos associados à cada um dos fornecedores.

Tabela 3 - Relação recursos necessários e custos.

TIPO RECURSO	RECURSO	CUSTO FORNECEDOR 1	CUSTO FORNECEDOR 2
Hardware	Imp ZT410 RFID	R\$ 22.300,00	R\$ 23.680,00
Hardware	Imp ZD600 RFID	R\$ 6.390,00	R\$ 7.150,00
Hardware	Coletor MC33 RFID Long Range	R\$ 20.550,00	R\$ 20.990,00
Hardware	Ant Circular Dir/Esq	R\$ 4.180,00	R\$ 4.320,00
Hardware	Leitor RFID FX7500	R\$ 7.260,00	R\$ 7.260,00
Hardware	Servidor Linux Padrão i3 (4GB)	R\$ 4.590,00	R\$ 5.025,00
Hardware	Montagem dos Portais	R\$ 1.590,00	-
Software	Customização e integração	R\$ 30.000,00	R\$ 28.930,00
Software	Licenças de software	R\$ 1.508,00*	R\$ 2.122,00 *
Consumíveis	Etiquetas RFID	R\$ 0,39 un**	R\$ 0,31 un**
Manutenção	Contrato suporte e manutenção	R\$ 54,50*	R\$ 122,00 *

FONTE: O autor (2020)

* Custo mensal.

** Custo unitário para um consumo mínimo de 15.000un mês.

Analisando os custos levantados podemos classificar os mesmos em 4 categorias sendo elas Hardware, Software, Consumíveis e Manutenção, conforme já mencionado anteriormente alguns desses custos são únicos já outros são mensais, afim de esclarecer

o custo total de implementação é apresentado na Tabela 4 a relação do tipo de recursos e os custos totais apresentados por cada um dos fornecedores.

Tabela 4 – Custo total por tipo de recurso e fornecedor.

TIPO RECURSO	CUSTO TOTAL FORNECEDOR 1	CUSTO TOTAL FORNECEDOR 2
Hardware	R\$ 66.860,00	R\$ 68.425,00
Software	R\$ 30.000,00	R\$ 32.930,00
TOTAL	R\$ 96.860,00	R\$ 101.355,00

FONTE: O autor (2020)

Na Tabela 5 é apresentado os custos mensais considerando a atual demanda de consumíveis.

Tabela 5 – Custo total mensal com consumíveis e suporte

TIPO RECURSO	CUSTO TOTAL FORNECEDOR 1	CUSTO TOTAL FORNECEDOR 2
Consumíveis	R\$ 5.850,00	R\$ 4.650,00
Manutenção	R\$ 54,50	R\$ 122,00
TOTAL	R\$ 5.904,50	R\$ 4.772,00

FONTE: O autor (2020)

Após análise dos custos totais conclui-se que o fornecedor 1 apresenta o melhor custo de hardware e software com um valor total de R\$ 96.860,00 contra um valor de R\$ 101.355,00 do fornecedor 2, porém por se tratar de uma empresa mais nova no mercado e não possuir tanto know-how e a mesma não conseguir comprovar efetivamente a sua experiência em implementações de tal tecnologia, e assumindo uma diretriz interna da empresa onde recomenda-se adotar fornecedores mais experientes e com comprovação técnica de tal experiência, recomenda-se seguir com o fornecedor 2, desde que o mesmo consiga também evidenciar seu histórico de implementação de projetos de mais de 20 anos no ramo de automação industrial e vasta experiência e portfólio de projetos de RFID já implementados, além disso o custo mensal do fornecedor 2 ficou em R\$ 4.772,00 valor inferior ao apresentado pelo fornecedor 1 que é de R\$ 5.904,50.

3.3 DETALHAMENTO PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO

Neste tópico apresenta-se o detalhamento da proposta de implementação do projeto abordando-se as principais decisões de qual local específico realizar a

implementação do POC, como também um mapeamento do processo futuro e uma proposta já elaborada para o treinamento e monitoramento do mesmo após a implementação.

3.3.1 Validação do local de estoque a ser utilizado no POC

O estoque total da empresa avaliada neste trabalho é composto por 2.078 SKUs sendo que 972 deles são de itens acabados e semiacabados e os demais são de itens de matéria prima. O estoque é dividido fisicamente em duas partes, sendo elas, o almoxarifado e o cofre. O primeiro possui uma área de aproximadamente 685m² e 4 ruas e 792 posições que são utilizados para alocação de diversos materiais com dimensões e embalagens diferentes. Cada local possui uma identificação única, tanto física, quanto lógica no ERP para endereçamento do material que está alocado. Já o cofre é uma área restrita com aproximadamente 142m² divididos em 7 corredores e 340 posições com capacidade de armazenamento para 14.960.000 unidades e que são utilizados para armazenar apenas produtos acabados e semiacabados, neste estágio os produtos possuem uma embalagem e identificação padrão que facilita a alocação dos produtos e a otimização de espaço no cofre, de acordo com dados levantados no ultimo inventário da empresa o estoque total alocado no cofre era de 7.262.875 o que representa 48,55% da capacidade total da área.

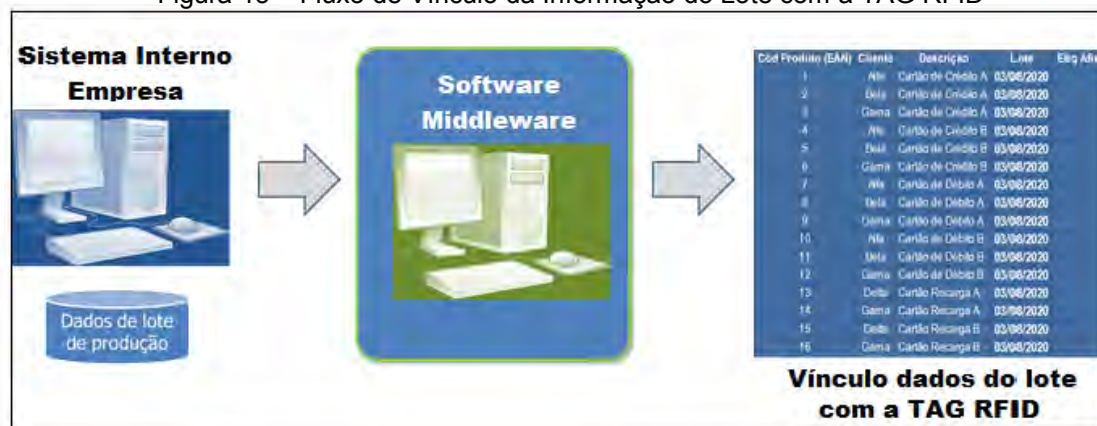
Levando em conta todas as variáveis envolvidas em ambas as áreas, mas principalmente a área total, o número de entrada e saídas, a capacidade de alocação, o valor agregados dos itens armazenados, a dificuldade e complexidade da gestão de estoque, a criticidade da acuracidade e a facilidade de implementação do projeto de RFID utilizando-se dos equipamentos fixos, móveis, portais e antenas chegamos à conclusão de que a área do cofre é a mais indicada para o desenvolvimento do POC pois os ganhos serão facilmente visualizados e contabilizados e poderão seguir de base para uma futura expansão na área do almoxarifado se assim a empresa desejar.

3.3.2 Mapeamento do processo futuro

Com a introdução do sistema RFID desde a saída da produção, no posto de trabalho da Embalagem final, até o seu armazenamento a rastreabilidade e confiabilidade de alocação será muito maior e os ganhos poderão ser avaliados no dia a dia devido à

velocidade no abastecimento, pois a localização dos itens no estoque será muito mais rápida e eficaz, além é claro de melhores resultados nos inventários, pois com o sistema automatizado teremos uma redução considerável das falhas, nesse contexto temos logo de início um processo de embalagem final modificado no que diz respeito ao processo de identificação dos lotes, no processo futuro o sistema interno da empresa irá transmitir os dados do lote de produção como por exemplo, código SKU, número de Lote e quantidade para o sistema middleware, esse por sua vez irá gerar uma relação das informações recebidas com os códigos de TAG RFID que serão gravados nas etiquetas RFID e criará um vínculo de informação entre o lote físico e a TAG RFID que será impressa na sequência, na Figura 15 podemos visualizar uma representação desse processo inicial.

Figura 15 – Fluxo de Vínculo da Informação do Lote com a TAG RFID



FONTE: O Autor

Uma vez criado o vínculo no software middleware o mesmo transmite as informações relacionadas ao lote e a cada caixa do produto em questão para a impressora RFID que consegue gravar as informações visuais e lógicas nas etiquetas RFID conforme podemos visualizar na Figura 16, logo na sequência o operador da embalagem final realiza a identificação física das caixas utilizando as etiquetas RFID que foram impressas e para garantir que as mesmas foram corretamente gravadas o operador realiza uma conferência utilizando-se de um leitor móvel para inspecionar as se todas as etiquetas possuem a informação certa e vinculada ao lote que está sendo embalado, sendo confirmado a informação o lote é enviado fisicamente para a área do cofre para ser armazenado.

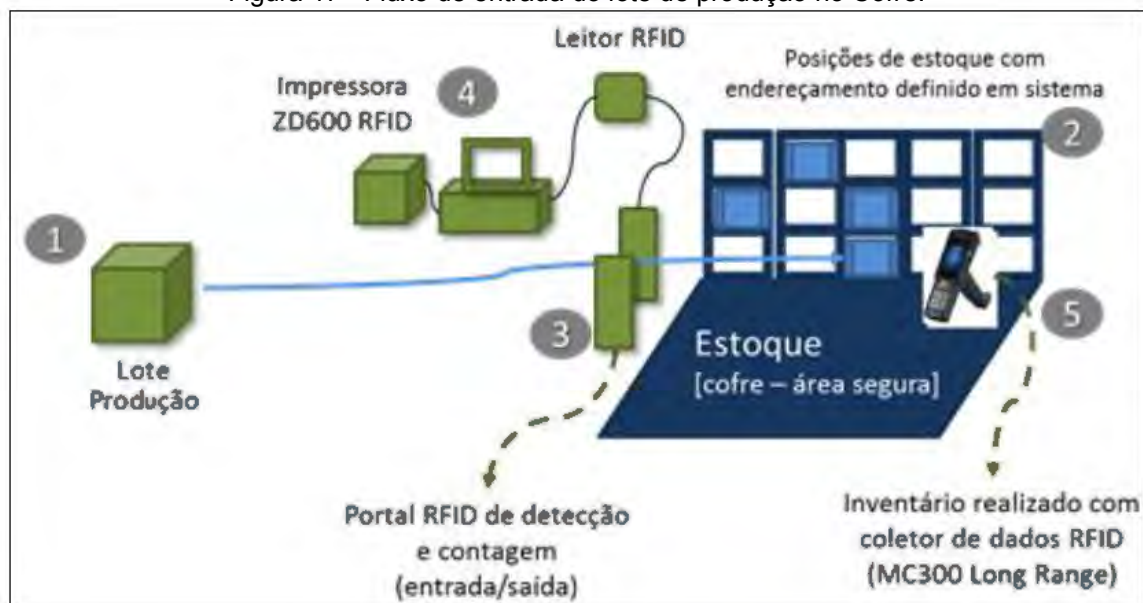
Figura 16 – Fluxo Processo de Gravação Etiqueta RFID e Identificação do Lote



FONTE: O Autor

Como podemos visualizar na Figura 17, quando o lote de produção (1), já identificado, for enviado ao cofre para alocação o mesmo passará por um portal de detecção RFID (3) que irá registrar no software middleware a entrada do lote em questão e quantidade, caso houver qualquer identificação de falha, como por exemplo a falta de uma caixa, o sistema emite um alerta e evita a alocação de um lote com quantidade faltante no estoque.

Figura 17 - Fluxo de entrada do lote de produção no Cofre.



FONTE: O Autor

Se os dados estiverem 100% OK o sistema ficará aguardando a confirmação de alocação nas posições de estoque (2) que também possuem um TAG RFID fixo, uma vez alocado na posição correta, se houver a necessidade de reimpressão de qualquer etiqueta, haverá uma impressora (4) junto à entrada do cofre para a rápida reposição e identificação do lote em questão, para realizar a busca de qualquer lote ou para realizar a contagem ou

inventário dos lotes alocados no estoque será possível utilizar um coletor/leitor (5) de dados RFID que poderá apresentar os dados diretamente no seu painel visor ou transmitir os dados via WIFI ou descarregado no sistema middleware para registro e controle dos estoques.

Uma etapa fundamental na alocação dos lotes dentro do cofre é o endereçamento que deve ser realizado com muita cautela e atenção, esta etapa pode ser visualizada na Figura 18 e consiste basicamente em realizar a leitura da TAG RFID fixa que existirá em cada uma das posições de estoque, com isso o sistema middleware saberá exatamente em qual posição o lote está sendo alocado fisicamente, na sequência o colaborador precisará realizar a leitura de todas as etiquetas RFID de cada caixa do lote que está sendo armazenado afim de informar ao sistema quantas caixas do lotes estão sendo alocadas naquela posição informada anteriormente, uma vez concluído todas as leituras o sistema middleware irá receber as informações e concluirá o endereçamento e transmitirá as informações finais ao sistema ERP da empresa para dar visibilidade à equipe de logística quanto à correta alocação do lote recém recebido e também para permitir à equipe de gestão rastrear e avaliar e tomar as melhores decisões no que diz respeito à gestão de estoques.

Figura 18 - Processo de endereçamento lógico no sistema *Middleware*.



FONTE: O Autor

Com os lotes e suas respectivas embalagem identificadas com as etiquetas RFID e a correta alocação nos sistemas *Middleware* e ERP o processo de inventário será tarefa fácil, prático e rápido, pois conforme podemos ver na representação da Figura 19, para realizar o inventário será necessário apenas a utilização do leitor móvel e dois colaboradores, para tal será necessário a leitura da TAG fixa da posição que será contada,

na sequência o colaborador irá realizar a leitura de todas as caixas que estão alocadas fisicamente na posição em questão e em segundos o leitor irá registrar e apresentar os dados no seu visor de quais itens foram contabilizados e irá transmitir os dados ao sistema middleware.

Figura 19 – Processo de Inventário



FONTE: O Autor

Ao receber os dados da contagem realizada pelo colaborador o sistema *Middleware* irá permitir uma série de manobras no sistema afim de facilitar o processo de inventário, entre elas podemos destacar a realização de inventários por tipo de produto, por cliente, por SKU e por lote, essa flexibilidade e facilidade tende a acelerar e otimizar o processo de inventário trazendo ganhos de alocação da mão-de-obra das equipes envolvidas além é claro de reduzir os impactos na organização.

3.3.3 Proposta de treinamento da equipe

Atualmente a empresa avaliada neste trabalho possui 4 equipes que atuam na gestão de estoque, armazenamento e abastecimento da fábrica, essa equipe trabalha em regime de horário 12X36, logo a proposta de treinamento deve contemplar 4 turmas em horários e dias diferentes, em termos de conteúdo há um série de temas que devem ser abordados afim de preparar a equipe para lidar com os novos equipamentos e processos de RFID entre eles podemos destacar o uso das impressoras RFID assim como as suas etiquetas e verificação da informação gravada no momento da impressão, a utilização dos portais fixos de RFID e os cuidados para a movimentação de materiais entre eles, o manuseio dos leitores móveis tanto para alocação quanto para contagem dos itens, a

utilização do software middleware, suas funções e seus relatórios para contagem, além disso a equipe de Sistemas e a equipe de Supervisão da área também precisará receber o treinamento afim de suportar a equipe após a implementação do projeto, diante de tal cenário elaboramos a proposta e cronograma de treinamento que pode ser visualizada na Tabela 6 - Plano de Treinamento MacroTabela 6.

Tabela 6 - Plano de Treinamento Macro

PLANO DE TREINAMENTO PROJETO RFID COFRE											
#	TREINAMENTO PLANEJADO	RESPONSÁVEL		D1	N1	D2	N2	D1	N1	D2	N2
1	TREINAMENTO OPERACIONAL DOS EQUIPAMENTOS HARDWARE (IMPRESSORAS, LEITORES MANUAIS E FIXOS)	FORNECEDOR	P	4H	4H	4H	4H	4H	4H	4H	4H
			R								
2	TREINAMENTO OPERACIONAL: COMO IDENTIFICAR OS PRODUTOS COM A NOVA ETIQUETA RFID E VALIDAR A INFORMAÇÃO GRAVADA	FORNECEDOR + SUPERVISÃO	P	4H	4H	4H	4H	4H	4H	4H	4H
			R								
3	TREINAMENTO OPERACIONAL: COMO ALOCAR OS PRODUTOS NO LOCAL CORRETO DO COFRE UTILIZANDO OS LEITORES PORTÁTEIS E AS TAGS FIXAS	FORNECEDOR + SUPERVISÃO	P	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
			R								
4	TREINAMENTO OPERACIONAL: COMO REALIZAR CONTAGEM MANUAL UTILIZANDO OS LEITORES PORTÁTEIS E AS TAGS FIXAS	FORNECEDOR + SUPERVISÃO	P	3H	3H	3H	3H	3H	3H	3H	3H
			R								
5	TREINAMENTO OPERACIONAL: UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE MIDDLEWARE E SUAS PRINCIPAIS FUNÇÕES (CONSULTA, RELATÓRIOS, TRANSFERÊNCIAS, ETC)	FORNECEDOR + SUPERVISÃO	P	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
			R								
5	TREINAMENTO MANUTENÇÃO: PRINCIPAIS CUIDADOS E MODOS DE FALHA DOS EQUIPAMENTOS	FORNECEDOR	P	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H	6H
			R								
7	TREINAMENTO MANUTENÇÃO: PRINCIPAIS CUIDADOS E MODOS DE FALHA DO SOFTWARE MIDDLEWARE E TRATATIVA DE ERROS DE INTEGRAÇÃO	FORNECEDOR	P	8H		8H		8H			
			R								

FONTE: O Autor

Na proposta de treinamento estamos assumindo uma carga horária de 23 horas / Turno de treinamento operacional para utilização dos equipamentos, revisão de processo de identificação, alocação e contagem / inventário dos produtos utilizando os novos equipamentos, utilização do software middleware e suas principais funções, assim como uma carga adicional de mais 23 horas / Turno para acompanhamento do fluxo de trabalho totalizando 46 horas de treinamento operacional, além disso estimamos um carga de 12 horas de treinamento de manutenção para a equipe de suporte ser autônoma para responder pelos principais problemas que os equipamentos podem apresentar, em relação aos software assumimos que como a equipe de Sistemas da empresa deverá em conjunto com o fornecedor no processo de desenvolvimento e integração a mesma precisará de uma carga total de aproximadamente 23 horas para receber todo o treinamento necessário em relação aos sistemas, sendo assim a atual proposta prevê uma carga total de 81 horas de treinamento.

3.3.4 Proposta de monitoramento do processo

Após implementação do POC recomendamos que sejam implementados alguns controles para garantir que o processo continue a operação sem nenhum tipo de problema ao longo do tempo, esses controles estão diretamente relacionados à gestão de estoque e ao processo de inventário que são os dois processos alvos neste trabalho.

3.3.4.1 Monitoramento de Hardware

Os hardwares são de extrema importância para o correto funcionamento dos processos de RFID, se os leitores não estiverem bem calibrados, impressoras setadas com os parâmetros corretos, portais bem regulados a empresa poderá ter problemas relacionados à acuracidade da informação, sendo assim recomendamos que seja realizado um contrato de suporte para garantir as manutenções preventivas dos equipamentos de acordo com a frequência indicada pelos seus respectivos fabricantes, também sugerimos que seja mantido uma auditoria por amostragem na saída da impressora para garantir a veracidade e acuracidade das informações gravadas nas etiquetas antes da correta alocação no estoque.

3.3.4.2 Monitoramento de Software e Integrações

Uma vez que os equipamentos estão com o seu funcionamento de acordo com o esperado voltamos nossos esforços ao sistema que irá receber as informações, trata-las e posteriormente transmiti-las ao sistema ERP da empresa, recomendamos que sejam incorporadas à rotina da equipe de Logística e de Sistema uma auditoria para avaliar as principais funções do sistema, a acuracidade dos relatórios de estoque e principalmente a resposta frente à atividade de alocação, pois é fundamental para a empresa que as informações de quantidade, lote, SKU e local que são transmitidas pelos hardwares sejam bem recebidas pelo software middleware e corretamente integradas ao sistema ERP, sendo assim realizar uma auditoria para comparar as informações físicas do estoque versus as informações transmitidas pelos equipamentos, as informações recebidas pelo software middleware e recebidas pelo sistema ERP é de suma importância para garantir o processo estável e confiável.

3.3.4.3 Monitoramento de Estoque e Inventário

Assumindo que os hardwares e softwares estão desempenhando seu papel de forma estável e sem erros, recomendamos que sejam realizadas alguns monitoramentos de estoque como por exemplo uma contagem cíclica semanal em formato de auditoria para garantir que os estoques reportados via sistema são equivalentes aos estoques físicos e evitar assim, impactos reais no momento da realização dos inventários formais da empresa, essas contagens podem ser realizadas em locais e turnos aleatórios afim de contemplar todo o processo e todas as equipes envolvidas, além disso sugerimos que seja mantido o atual processo de gestão de estoques que é desempenhado pela equipe de PCM (Planejamento e Controle de Materiais) onde os mesmos revisam regularmente os estoques VS as demandas correntes e futuras para determinar suas necessidades de compra e evitar faltas de materiais e eventuais paradas de produção.

3.4 DETALHAMENTO BENEFÍCIOS E RISCOS DO PROJETO

Neste tópico apresenta-se o detalhamento dos benefícios e riscos de implementação da tecnologia pesquisada na revisão bibliográfica, abordando-se os principais pontos que devem ser observados ao se realizar a implementação da POC em estoques ou sistemas de inventários de empresas, assim como a empresa sugerida neste trabalho.

3.4.1 Benefícios e riscos para a gestão de estoque

O uso de etiquetas RFID oferecem benefícios e riscos no gerenciamento de estoque. Custos de mão de obra reduzidos e digitalização mais rápida são alguns prós da tecnologia, contudo, a tecnologia também vem com algumas desvantagens que dificultam a usabilidade e apresentam outras preocupações, como segurança. (STAZZONE, Shelly). Veremos agora como as etiquetas RFID podem ser benéficas e maléficas no processo de gerenciamento de estoque.

Iniciando pelos Benefícios obtidos ao gerir estoques com a tecnologia RFID, observa-se uma melhoria na visibilidade e a que digitalização é mais rápida. Uma vez que as etiquetas RFID não requerem uma leitura de “linha de visão” como os códigos de barras, é possível fazer sua identificação à distância para um processamento rápido do estoque.

Eles também podem ser lidos em qualquer orientação e oferecem visibilidade aprimorada de seu inventário, com potencial para atualizações e locais de digitalização mais frequentes.

O check-in do estoque, a contagem e a verificação da remessa podem ser feitas de forma muito rápida e automática em algumas varreduras, sem a necessidade de vários funcionários para processá-los reduzindo os custos de mão de obra.

Outra vantagem no gerenciamento de estoques para as empresas que utilizam uma frota retornável de produtos, como contêineres e paletes, é o rastreamento de produtos. A utilização de RFID permite que você rastreie esses Produtos por todo o ciclo da cadeia de suprimentos e forneça maior visibilidade nos locais de estoque. Isso tem o benefício adicional de melhorar os retornos e reduzir roubos ou negligência, já que, geralmente há um investimento de capital expressivo a ser protegido.

Embora os sistemas RFID continuem a atualizar e melhorar a segurança de seus dados, eles ainda podem ser vulneráveis a hackers, trazendo preocupações com a segurança. Dispositivos remotos, às vezes podem ser usados para escanear Tags de perto e copiar dados da Tags. Isso poderia ser usado posteriormente para criar uma etiqueta clonada ou copiar as informações para outra etiqueta, um risco de preocupação especial no setor de varejo.

Outro risco que devemos ficar atendo ao utilizar RFID para gestão de estoque é o custo. As etiquetas RFID custam significativamente mais do que as etiquetas de código de barras. Além disso, eles utilizam leitores específicos que devem ser adquiridos de um número limitado de fabricantes de equipamentos RFID. Isso pode adicionar custos significativos ao dimensionar essas soluções com a necessidade de scanners especializados adicionais e etiquetas RFID.

Necessidades de infraestrutura exigentes. A configuração desses sistemas requer a integração dos leitores, etiquetas, sistema de gerenciamento de estoque, rede e fiação do prédio que pode levar uma quantidade significativa de tempo e recursos para configurar. Em alguns casos, as empresas podem precisar atualizar seu sistema de gerenciamento de estoque totalmente, pois algumas plataformas de software não suportam RFID. Além disso, se o rastreamento de ativos em tempo real for necessário, o sistema habilitado para RFID precisará utilizar GPS e dados de celular para se comunicar, o que pode sobrecarregar seu sistema.

Embora o uso de etiquetas RFID no gerenciamento de estoque ofereça alguns benefícios tangíveis e atraentes, há muito trabalho a ser feito para otimizar esses sistemas. Grande parte do desafio envolve o dimensionamento dessa solução de maneira econômica, ao mesmo tempo em que atualiza a infraestrutura o suficiente para poder capitalizar seus maiores benefícios. (STAZZONE, Shelly)

3.4.2 Benefícios e riscos para o processo de inventário e abastecimento.

O uso de RFID no processo de inventário traz algumas vantagens em relação ao tempo de execução, pois pode-se fazer a leitura de lotes completos rapidamente, trazendo a redução do tempo de realização de inventário e aceleram o processo de revisão física do imobilizado. Rastreando seu inventário em tempo real.

Os dados enviados pelo RFID são rapidamente organizados e mostram a acuracidade do inventário, trazendo uma interface gráfica amigável ao usuário.

RFID possui alto nível de confiabilidade, mitigando o erro humano, aumentando a eficiência do processo. Como o sistema RFID independe de uma leitura visual, diferente do código de barras, elas não necessitam de um campo de visão para operar, ou seja, pode ser utilizada nos mais distintos ambientes, independentemente de hostilidade e iluminação.

Essa tecnologia rastreia todo o fluxo do produto, desde o momento da fabricação até a entrega. Assim, você consegue gerar relatórios de inventários em tempo real, atribui atividades aos colaboradores e facilita a tomada de decisão. Portanto, rapidamente é possível contornar os possíveis problemas ou aproveitar as oportunidades. Com um rápido processo de inventário o abastecimento se torna mais rápido também, na expedição por exemplo, o carregamento da mercadoria também se torna mais rápido e eficiente.

Pode-se também por exemplo, utilizar RFID na saída do produto acabado mantendo uma rastreabilidade maior do que entra e sai da empresa.

Com processos de controle e estoque bem mapeados, o planejamento e a gestão logística se tornam muito mais precisos. Isso tudo produz impactos decisivos na gestão financeira de médio e longo prazo dos negócios, permitindo projeções de investimentos ou retrações, baseados em dados mais precisos.

Entretanto, o uso do RFID e seu investimento podem se tornar caros em relação a um processo que utiliza apenas leitores de código de barras. O uso em materiais metálicos

e condutivos pode afetar o alcance da transmissão das antenas, causada por metais no campo magnético das ondas de rádio que são responsáveis pela transmissão de dados.

Ao utilizar RFID é comum ter problemas com colisão de leitores, quando os sinais de dois ou mais leitores se sobrepõem, o TAG não responde a dois leitores simultaneamente. E a colisão de Tags, ocorre quando muitas Tags estão muito próximas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo retratou a análise de viabilidade para uso de RFID na otimização de inventário e gestão de estoque, por meio do estudo de caso das atividades atuais da empresa estudada e do desenvolvimento da proposta de implementação identifica-se que com um investimento único de aproximadamente R\$ 101.355,00 para a compra de equipamentos como impressoras, portais, antenas RFID, leitores móveis e para a customização de software middleware seria possível preparar a infraestrutura mínima requisitada para a implementação da tecnologia em formato de POC no local de estoque cofre, além do custo de infra seria necessário também um investimento mensal de aproximadamente R\$ 4.772,00 para arcar com os custos de consumíveis como etiquetas RFID para identificação dos produtos em estoque e para o contrato de manutenção tanto dos hardwares quando do software middleware e sua respectiva licença, apesar de ser um investimento relativamente alto, sugere-se a implementação do mesmo pois os ganhos mapeados principalmente para o inventário são extremamente relevantes como pode ser visto na Tabela 7Tabela 6 logo abaixo.

Tabela 7 - Resultados

TIPO RECURSO	PROCESSO MANUAL	PROCESSO RFID	REDUÇÃO %
TEMPO (HORAS)	10	1	90%
N. COLABORADORES	10	2	80%

FONTE: O autor (2020)

Após a análise detalhada de todos os benefícios que o uso desta nova tecnologia poderá proporcionar à organização, conclui-se que é totalmente viável a implementação do mesmo e em relação aos resultados esperados podemos classifica-los de acordo com o processo analisado.

4.1 RESULTADOS ESPERADOS PARA A GESTÃO DE ESTOQUE

A atual gestão de estoque já possui uma série de boas práticas como por exemplo o uso de código de barras e de endereçamento físico e lógico via ERP, porém com o estudo de implementação do RFID pudemos concluir que as mudanças no processo levarão à

empresa a obter ganhos em relação à identificação dos produtos estocados já que cada caixa receberá uma etiqueta RFID que poderá ser facilmente encontrada no estoque levando à um outro ganho na operação que é a velocidade no abastecimento e reposição dos estoques, a alocação dos produtos no estoque também é um dos pontos que possivelmente terá ganhos uma vez que parte do processo passa a ser automatizado e não sendo mais necessário à alocação lógica por parte da equipe de logística, atualmente por se tratar de uma atividade 100% operacional e manual a mesma esta suscetível à falhas que com o processo automatizado não ocorrem, além disso os ganhos em acuracidade, visibilidade e confiabilidade dos estoques serão elevadas à um patamar diferenciado para a empresa levando a tomada de decisão muito mais assertiva por parte da equipe de planejadores de materiais o que posteriormente poderá ser revertido em economias se considerarmos eventuais paradas de produção ou a utilização de transporte emergenciais.

4.2 RESULTADOS ESPERADOS PARA O PROCESSO DE INVENTÁRIO

Os resultados para o inventário são os mais significativos na elaboração deste estudo, pois por se submeter à regras do PCI (*Payment Card Industry*) a empresa estudada precisar realizar um inventário mensal do seu cofre onde atualmente precisa alocar 10 colaboradores durante aproximadamente 10 horas seguidas afim de contar todo o seu estoque, neste aspecto os resultados esperados são muito promissores, pois através do uso dos leitores portáteis e das etiquetas RFID a contagem do estoque se torna uma atividade simples podendo ser executada facilmente em até 1 hora e com a alocação de apenas 2 colaboradores que são obrigatórios devido à contagem em dupla custódia, sendo assim temos aqui uma redução de aproximadamente 90% para o inventário mensal e uma redução de 80% na alocação de mão de obra, os processos de inventário trimestral e anual também terão um impacto no tempo total e na alocação de recursos, porém como nestes eventos também são contabilizados os estoques das demais áreas que não foram abordados neste estudo não é possível apontar com precisão qual a estimativa de tempo e de recursos necessários para a realização dos mesmos, porém podemos afirmar que os mesmos serão reduzidos em relação à atual situação da empresa.

5 CONCLUSÕES

Seguir inovando é um desafio de muitas empresas para continuar competitiva no mercado, utilizar-se das tecnologias existentes para esse fim podem ser um grande diferencial e trazer não só vantagens competitivas mas também grandes otimizações para os processos internos da organização, durante o desenvolvimento desse estudo de viabilidade pudemos identificar, que se aplicado à realidade da empresa estudada, a implementação do RFID pode trazer uma série de benefícios à gestão de estoques e ao processo de inventário. A aplicação dessa tecnologia pode melhorar a identificação e alocação dos produtos acabados e semiacabados dentro do estoque do Cofre evitando erros operacionais nas movimentações diárias e consequentemente melhorando a acuracidade e organização do estoque como um todo, identificamos um grande ganho para o processo de inventário que é uma das grandes dores da empresa, pois com o estoque devidamente identificado com as etiquetas RFID o inventário se torna um processo simples, fácil e rápido, com isso a empresa tem ganhos relacionados à melhor utilização dos recursos de mão de obra das equipes envolvidas no inventário e melhor otimização do tempo uma vez que o processo futuro com o uso do RFID estima-se o inventário total da área em aproximadamente 1 hora utilizando apenas 2 colaboradores, além disso uma maior acuracidade na informação do estoque real da empresa pode ser utilizado pela equipe de planejamento e controle de materiais e produção para tomada de decisão e até mesmo reduzir custos com fretes aéreos desnecessários, apesar do custo de implementação do POC proposto não ser dos mais baixos, julgamos que o valor de aproximadamente 100 mil reais é completamente viável levando em consideração que parte desse custo é para compra de ativos que farão parte do quadro de ativos da empresa e que é um valor razoavelmente baixo para uma introdução de tecnologia, em relação aos custos mensal de aproximadamente 5 mil reais com insumos e contratos de suporte e manutenção, uma vez que a empresa aprove a expansão para as demais áreas de estoque o custo poderá ser diluído e os benefícios ampliados.

Com o passar do tempo a empresa colherá um outro benefício que é o *Know-How* de trabalho com a tecnologia RFID, isso poderá trazer ganhos futuros para a organização visto que as equipes irão melhorar seus conhecimentos e encontrará outras problemáticas que podem ser otimizadas ou resolvidas com o uso desta tecnologia, dois exemplos que

ficaram claros no desenvolvimento deste estudo e que podem ser adotados como sugestões de trabalhos futuros seria a aplicação do RFID para gestão de estoque nas demais área de estoque da empresa, pudemos identificar que a empresa estudada possui uma outra grande área de estoque e que apresenta boas chances de receber o uso do RFID, porém a mesma também apresenta alguns desafios, por exemplo o fato de possuir uma vasta gama de itens de matéria-prima com dimensões, quantidades e embalagens diferentes.

Uma outra sugestão de trabalho futuro, que inclusive pode ser adotado pela empresa estudada é o uso do RFID para monitoramento de materiais expedidos ao cliente final e oferecer um sistema de rastreamento em tempo real para todos os volumes que saíram da fábrica e ainda não chegaram em seus respectivos destinos, é claro que para tal estudo e implementação deverão ser considerados e estuda os outros tipos de dispositivos RFID como por exemplos as TAGs RFID ativo que não foram utilizados no presente trabalho mas que possuem grande vantagem para monitoramento à distância em relação aos dispositivos passivos, além disso com a constante digitalização dos processos essa inovação pode facilmente se tornar uma vantagem competitiva frente aos concorrentes, além de agregar grande valor ao cliente que terá com precisão à estimativa de chegada do bem adquirido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEPRO. http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_238_379_33224.pdf .Acesso em 15 de janeiro de 2021.

AEDB/SEGET. <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos16/17524185.pdf> . Acesso em 08 de janeiro de 2021.

APSYS. <https://www.apsis.com.br/blog/artigos/rfid-na-gestao-de-ativos/> .Acesso em 23 de dezembro de 2020.

ARTSOFT SAP. <https://www.artsoftsap.com.br/blog/como-um-sistema-erp-otimiza-a-gestao-de-estoque-e-inventario-da-empresa/> . Acesso em 20 de dezembro de 2020.

ARTSOFT SISTEMAS. <https://www.artsoftsistemas.com.br/blog/o-impacto-de-um-erp-no-sistema-de-gerenciamento-de-estoque/> . Acesso em 20 de dezembro de 2020.

CAMCODE. <https://www.camcode.com/asset-tags/using-rfid-for-inventory-management-pros-and-cons/> . Acesso em 15 de janeiro de 2021.

CATALOG OF U.S. GOVERNMENT PUBLICATIONS (CGP). https://catalog.gpo.gov/F/?func=direct&doc_number=000770224&local_base=GPO01PUB . Acesso em 17 de janeiro de 2021.

Daniel Prediger; Edison Pignaton de Freitas; Sidnei Renato Silveira. **Modelo de aplicabilidade de sistema RFID para rastreabilidade na indústria alimentícia**, Frederico Westphalen - RS, número da página inicial: 01 – final: 27, 2018.

DESMONTACIA. <https://desmontacia.wordpress.com/2010/12/21/prova-de-conceito-poc-no-projeto-de-redes-de-computadores/> . Acesso em 16 de janeiro de 2021.

ESCOLA EDTI. <https://www.escolaedti.com.br/poc-prova-de-conceito> . Acesso em 17 de janeiro de 2021.

Filipe Bertoletti Mesquita. **Avaliação da viabilidade de sistemas RFID**, São Paulo - SP, número da página inicial: 01 – final: 148, 2011.

GLOBAL CONSULT. <https://globalconsultoria.com.br/rfid-qual-a-relacao-custo-x-beneficio-do-inventario-com-rfid/> . Acesso em 22 de dezembro de 2020.

GLOBAL CONSULT. <https://globalconsultoria.com.br/rfid-qual-a-relacao-custo-x-beneficio-do-inventario-com-rfid/#:~:text=Para%20a%20implanta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20da,invent%C3%A1rio%20de%20patrim%C3%B4nio%20no%20cliente> . Acesso em 22 de dezembro de 2020.

GTA-UFRJ. RFID: prós e contras. Material didático. Rio de Janeiro, RJ. Disponível em: https://www.gta.ufrj.br/grad/07_1/rfid/RFID_arquivos/prosecontras.htm . Acesso em 03 de Janeiro de 2021.

GTA-UFRJ. https://www.gta.ufrj.br/grad/10_1/rfid/index.html . Acesso em 07 de janeiro de 2021.

I3C. [https://i3csolucoes.com.br/como-funciona-o-rfid/#:~:text=RFID%3A%20Radio%20Frequency%20Identification%2C%20ou,dados\)%20que%20n%20constam%20armazenados](https://i3csolucoes.com.br/como-funciona-o-rfid/#:~:text=RFID%3A%20Radio%20Frequency%20Identification%2C%20ou,dados)%20que%20n%20constam%20armazenados) . Acesso em 12 de janeiro de 2021.

INTRASYS. <https://www.intrasys.com.sg/RFIDSolution/SolutionOverview/RFID-Inventory-Management-Solutions> . Acesso em 17 de janeiro de 2021.

Luz, Charlene Bitencourt Soster; De Aguiar, Fernanda Rocha; Schinoff, Roberto Amaral. **Gestão de tecnologia e informação em logística**. Edição. Porto Alegre: Sagah, 2019.

MAKEUSEOF. <https://www.makeuseof.com/tag/technology-explained-how-do-rfid-tags-work/> . Acesso em 15 de janeiro de 2021.

NEXXTO. <https://nexxto.com/como-utilizar-uma-poc-para-validar-melhorias-de-processos/#:~:text=A%20utiliza%C3%A7%C3%A3o%20da%20POC%20n%C3%A3o,necess%C3%A1rios%20antes%20da%20implementa%C3%A7%C3%A3o%20completa> . Acesso em 13 de janeiro de 2021.

NIBUSINESSINFO. <https://www.nibusinessinfo.co.uk/content/using-rfid-inventory-control-stock-security-and-quality-management> . Acesso em 16 de janeiro de 2021.

PEDROSO, M.C.; ZWICKER, R.; SOUZA, C. A. de. Adoção de rfid no brasil: um estudo exploratório. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 10, n. 1, 2009.

Priscilla Cristina Cabral Pinheiro; Nathália Soares Bento da Silva; Karine Fernandes Freitas. **Adoção de RFID na gestão de estoques e na prevenção de perdas em lojas de varejo**, Rezende - RJ, número da página inicial: 01 – final: 12, 2016.

RFIDBRASIL. <https://rfidbrasil.com/blog/inventario-eficiente-conheca-4-formas-de-faze-lo/> . Acesso em 07 de janeiro de 2021.

RFID4U. <https://rfid4u.com/dig-deep-construction-of-rfid-tags/> . Acesso em 15 de janeiro de 2021.

RIOT. <https://www.riotinsight.com/article-rfid-stock-management> . Acesso em 15 de janeiro de 2021.